

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-078449

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

H02M 3/28

(21)Application number : 11-250636

(71)Applicant : SANKEN ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 03.09.1999

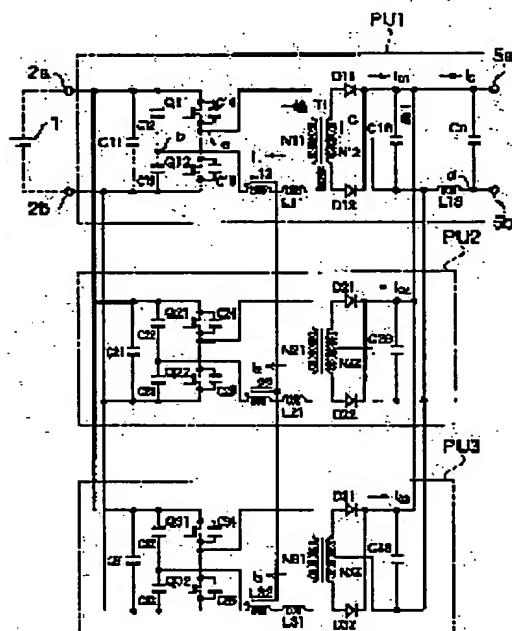
(72)Inventor : TSURUYA MAMORU  
HAMA HIDEKI

## (54) DC POWER SUPPLY UNIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce ripples of an output current, and balance current passing through a plurality of series resonance switching power sources using a simple structure, when the plurality of series resonance switching power sources are connected in parallel.

**SOLUTION:** Respective series resonance switching power sources PU1-PU3 forming a DC power supply unit are connected in parallel, and reactors L12, L22, L32 for balancing current connected in parallel with the primary windings N11, N21, N31 of respective transformers T are coupled electromagnetically to switch the respective DC resonance switching power source PU1-PU3, so as to provide phase difference at equal intervals respectively. As a result, the ripples of the output current of the DC power supply unit, and balance the current in the respective switching power sources are reduced, thereby miniaturizing the DC power supply unit. By providing a detection winding for the reactor, whether any of the power sources is in failure is detected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-78449  
(P2001-78449A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 2 M 3/28

識別記号

F I  
H 0 2 M 3/28

データベース(参考)  
W 5 H 7 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-250636  
(22) 出願日 平成11年9月3日 (1999.9.3)

(71) 出願人 000106276  
サンケン電気株式会社  
埼玉県新座市北野3丁目6番3号  
(72) 発明者 鶴谷 守  
埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内  
(72) 発明者 濱 英樹  
埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内  
(74) 代理人 100083806  
弁理士 三好 秀和 (外8名)

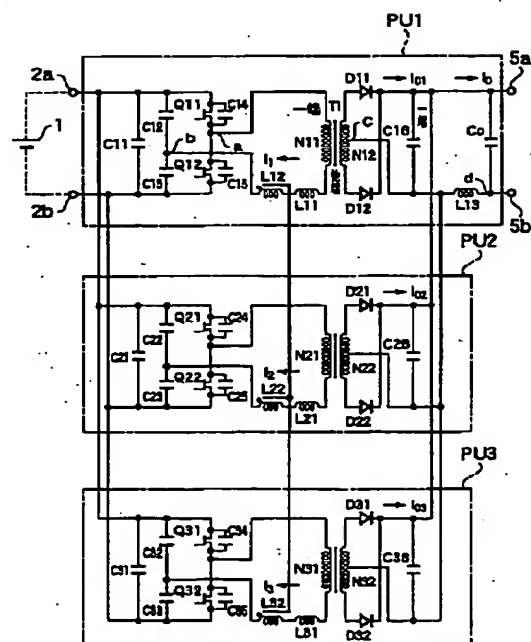
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直流電源装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の直列共振型スイッチング電源を並列に接続した直流電源装置において、出力電流のリップルを減少し、かつ複数の直列共振型スイッチング電源に流れる電流を簡単な構成でバランスさせる。

【解決手段】 直流電源装置を構成している各直列共振型スイッチング電源PU1~PU3を並列接続し、かつ互いのトランスTの一次巻線(N<sub>11</sub>、N<sub>21</sub>、N<sub>31</sub>)に並列接続された電流バランス用のリアクトル(L<sub>12</sub>、L<sub>22</sub>、L<sub>32</sub>)を電磁結合し、各直列共振型スイッチング電源PU1~PU3を、互いに等間隔の位相差をもってスイッチング動作させる。これにより、直流電源装置の出力電流にリップルが少なく、各スイッチング電源の電流をバランスさせて、直流電源装置を小型化する。また、リアクトルに検出巻線を設けることによって、いずれかの電源が故障しているかを検知する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電源と、スイッチング素子を備えて、前記直流電源からの直流をスイッチングして交流に変換するスイッチング手段と、前記交流を整流平滑する直流手段と、前記スイッチング手段の出力端と前記直流手段との間に電流バランス用のリアクトルを備えて直列に形成される直列共振手段と、前記スイッチング素子をデットタイムを有してオン・オフする制御手段とを有する直列共振型スイッチング電源を、複数台並列に接続した直流電源装置であって、前記複数台の直列共振型スイッチング電源の各リアクトルは、トランスの一次巻線に直列接続され、かつ他の各直列共振型スイッチング電源の各リアクトルに互いに電磁結合されていることを特徴とする直流電源装置。

【請求項2】 前記各直列共振型スイッチング電源の各制御手段は、互いに等間隔の位相差で当該直列共振型スイッチング電源のスイッチング素子を制御することを特徴とする請求項1記載の直流電源装置。

【請求項3】 前記各直列共振型スイッチング電源の各リアクトルに電磁結合された検出巻線を設け、該検出巻線に電圧が誘導されたかどうかを判定する手段とを有することを特徴とする請求項1又は2記載の直流電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は複数の直列共振型スイッチング電源を並列接続した直流電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に共振型スイッチング電源は、共振回路を利用してスイッチングトランジスタに加わる電圧又は電流を正弦波状にするものであり、スイッチングトランジスタがON又はOFFする瞬間の電圧又は電流を零にしてスイッチングトランジスタの電力損失を大幅に低下させる。

【0003】 このような共振型スイッチング電源のスイッチング素子は、近年は高性能のFET型が用いられる。

【0004】 例えば、従来の直列共振型スイッチング電源を複数台並列に接続した直流電源装置においては、周波数制御によって複数のスイッチング電源を同位相で動作させるのが一般的であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、複数のスイッチング電源を同位相で動作させるため、各スイッチング電源の出力のリップルが同位相で重畳し、リップル電流が大きくなるものとなるという課題があった。

【0006】 また、各スイッチング電源を構成する素子のバラツキにより、各スイッチング電源に流れる電流に差が生じ、結果として所望の電圧出力を得ることができないという課題があった。

【0007】 しかも、この共振型スイッチング電源は周波数制御のため、互いの電流のバランスを取ることが困難であり、このため大容量の直流電源装置においては、小型化が阻害されていたという課題があった。

【0008】 本発明は以上の課題を解決するためになされたもので、複数の直列共振型スイッチング電源を並列に接続した直流電源装置において、出力電流のリップルを減少し、かつ複数の直列共振型スイッチング電源に流れる電流を簡単な構成でバランスさせる。

【0009】

【課題を解決するための手段】 請求項1は、直流電源と、スイッチング素子を備えて、直流電源からの直流をスイッチングして交流に変換するスイッチング手段と、交流を整流平滑する直流手段と、スイッチング手段の出力端と前記直流手段との間に電流バランス用のリアクトルを備えて直列に形成される直列共振手段と、スイッチング素子をデットタイムを有してオン・オフする制御手段とを有する直列共振型スイッチング電源を、複数台並列に接続した直流電源装置である。

【0010】 そして、複数台の直列共振型スイッチング電源の各リアクトルは、トランスの一次巻線に直列接続され、かつ他の各直列共振型スイッチング電源の各リアクトルに互いに電磁結合されていることを要旨とする。

【0011】 請求項2は、各直列共振型スイッチング電源の各制御手段は、互いに等間隔の位相差で当該直列共振型スイッチング電源のスイッチング素子を制御することを要旨とする。

【0012】 請求項3は、各直列共振型スイッチング電源の各リアクトルに電磁結合された検出巻線を設け、該検出巻線に誘導される電圧信号の有無を検出する手段とを備えたことを要旨とする。

【0013】

【発明の実施の形態】 図1は本実施の形態の直流電源装置の概略構成図である。この直流電源装置は、直列共振型スイッチング電源PU1、PU2、PU3を互いに並列に接続している。

【0014】 直列共振型スイッチング電源PU1は、直流源1に対する入力端子2a、2bに入力平滑コンデンサC<sub>11</sub>の両端を接続している。

【0015】 また、電流共振用コンデンサC<sub>12</sub>と電流共振用コンデンサC<sub>13</sub>とを直列接続して入力平滑コンデンサC<sub>11</sub>に並列接続している。

【0016】 また、FET型トランジスタQ<sub>11</sub>（以下単にスイッチング素子Q<sub>11</sub>という）とFET型トランジスタQ<sub>12</sub>（以下単にスイッチング素子Q<sub>12</sub>という）とを直列接続して、入力平滑コンデンサC<sub>11</sub>、電流共振用コンデンサC<sub>12</sub>、C<sub>13</sub>に並列接続している。

【0017】 また、スイッチング素子Q<sub>11</sub>には電圧共振用コンデンサC<sub>14</sub>が並列に設けられ、スイッチング

素子 $Q_{12}$ には電圧共振用コンデンサ $C_{15}$ が並列に設けられている。

【0018】さらに、トランス $T_1$ の一次巻線 $N_{11}$ の一端がスイッチング素子 $Q_{11}$ とスイッチング素子 $Q_{12}$ の接続点aに接続され、かつトランス $T_1$ の一次巻線 $N_{11}$ の他端が電流共振用リアクトル $L_{11}$ 、電流バランス用のリアクトル $L_{12}$ を介して電流共振用コンデンサ $C_{12}$ 、 $C_{13}$ の接続点bに接続している。

【0019】さらに、トランス $T_1$ の二次巻線 $N_{12}$ の一端は整流ダイオード $D_{11}$ に接続され、二次巻線 $N_{12}$ の他端は整流ダイオード $D_{12}$ に接続されている。この整流ダイオード $D_{12}$ のカソードと整流ダイオード $D_{11}$ のカソードは共通接続されている。すなわち、トランス $T_1$ の二次側はフォワード方式にされている。

【0020】また、出力平滑コンデンサ $C_{16}$ の一端が整流ダイオード $D_{11}$ のカソードに接続され、出力平滑コンデンサ $C_{16}$ の他端が二次巻線 $N_{12}$ の中性点cに接続されている。

【0021】さらに、出力用のリアクトル $L_{13}$ と出力平滑コンデンサ $C_o$ とを直列接続して出力平滑コンデンサ $C_{16}$ に並列接続している。

【0022】また、出力端子5aを出力平滑コンデンサ $C_o$ 、 $C_{16}$ の一端に接続し、かつ出力端子5bを出力平滑コンデンサ $C_o$ とリアクトル $L_{13}$ の接続点dに接続している。

【0023】一方、直列共振型スイッチング電源PU1に並列接続されている直列共振型スイッチング電源PU2、PU3の構成は直列共振型スイッチング電源PU1と同様であるが、それぞれを区別するために回路部品は直列共振型スイッチング電源PU2においては記号の番号は先頭に「2」を付加し、直列共振型スイッチング電源PU3においては、記号の番号は先頭に「3」を付加している。但し、直列共振型スイッチング電源PU2、PU3は出力用のリアクトル $L_{13}$ は備えてはいない。

【0024】そして、直列共振型スイッチング電源PU2は、入力平滑コンデンサ $C_{21}$ の一端を入力端子2a及び直列共振型スイッチング電源PU1の入力平滑コンデンサ $C_{11}$ の一端に共通接続し、かつ入力平滑コンデンサ $C_{21}$ の他端を入力端子2b及び直列共振型スイッチング電源PU1の入力平滑コンデンサ $C_{11}$ の他端に共通接続している。また、直列共振型スイッチング電源PU2は、出力平滑コンデンサ $C_{26}$ の一端を出力端子5a及び直列共振型スイッチング電源PU1の出力平滑コンデンサ $C_{16}$ 、 $C_o$ の一端に共通接続し、かつ出力平滑コンデンサ $C_{26}$ の他端を出力端子5b及び直列共振型スイッチング電源PU1の出力平滑コンデンサ $C_{16}$ の他端に共通接続することによって、直列共振型スイッチング電源PU1に対して並列接続している。

【0025】さらに、直列共振型スイッチング電源PU3は、入力平滑コンデンサ $C_{31}$ の一端を入力端子2a

及び直列共振型スイッチング電源PU1の入力平滑コンデンサ $C_{11}$ の一端と、直列共振型スイッチング電源PU2の入力平滑コンデンサ $C_{21}$ の一端とに共通接続し、かつ入力平滑コンデンサ $C_{31}$ の他端を入力端子2b及び直列共振型スイッチング電源PU1の入力平滑コンデンサ $C_{11}$ の他端と、直列共振型スイッチング電源PU2の入力平滑コンデンサ $C_{21}$ の他端に共通接続している。また、直列共振型スイッチング電源PU3は、出力平滑コンデンサ $C_{36}$ の一端を出力端子5a及び直列共振型スイッチング電源PU1の出力平滑コンデンサ $C_{16}$ 、 $C_o$ の一端と、直列共振型スイッチング電源PU2の出力平滑コンデンサ $C_{26}$ の一端とに共通接続し、かつ出力平滑コンデンサ $C_{36}$ の他端を出力端子5b及び直列共振型スイッチング電源PU1の出力平滑コンデンサ $C_{16}$ の他端と、直列共振型スイッチング電源PU2の出力平滑コンデンサ $C_{26}$ の他端とに共通接続することによって、直列共振型スイッチング電源PU1及び直列共振型スイッチング電源PU2に対して並列接続している。

【0026】さらに、電流バランス用のリアクトル $L_{12}$ 、 $L_{22}$ 及び $L_{32}$ は、それぞれの鉄心が共通接続されている。すなわち、それぞれ同じ誘導電流が流れるようにされている。

【0027】上記のように構成された直流電源の動作を図2の波形図を用いて以下に説明する。

【0028】直列共振型スイッチング電源PU1、PU2及びPU3のスイッチング素子 $Q_{11}$ 、 $Q_{12}$ 、スイッチング素子 $Q_{21}$ 、 $Q_{22}$ 、スイッチング素子 $Q_{31}$ 、 $Q_{32}$ は図2(A)(B)に示すようにデッドタイムを有して交互にオンする。

【0029】(1)直列共振型スイッチング電源PU1の動作

(a)スイッチング素子 $Q_{11}$ がオン期間の説明  
直列共振型スイッチング電源PU1のスイッチング素子 $Q_{11}$ がオンの期間は、直流入力端子2a、スイッチング素子 $Q_{11}$ 、一次巻線 $N_{11}$ 、リアクトル $L_{11}$ 、電流バランス用のリアクトル $L_{12}$ 、コンデンサ $C_{13}$ 、直流入力端子2bの回路ルート並びにコンデンサ $C_{12}$ 、スイッチング素子 $Q_{11}$ 、一次巻線 $N_{11}$ 、リアクトル $L_{11}$ 、電流バランス用のリアクトル $L_{12}$ の回路ルートによって、図2(E)のような波形の電流 $I_{DQ11}$ が流れる。

【0030】この電流 $I_{DQ11}$ は、一次巻線 $N_{11}$ とリアクトル $L_{11}$ 及びコンデンサ $C_{12}$ 、 $C_{13}$ との直列共振に基づく電流である。また、この電流 $I_{DQ11}$ は、正弦波に近似した波形であり、ターンオフ時のゼロ電流スイッチが可能となっていることを示している。

【0031】また、スイッチング素子 $Q_{11}$ がオンの期間には、トランス $T_1$ の二次巻線 $N_{12}$ 、ダイオードD

11、コンデンサC15の回路ルートで出力電流I01を得ることになる。

【0032】(b)スイッチング素子Q11がオンからオフになる期間の説明

次に、スイッチング素子Q11がオンからオフになる期間(デッドタイム)は、直流入力端子2a、コンデンサC14、一次巻線N11、リアクトルL11、L12、コンデンサC13、直流入力端子2bの回路ルート並びに一次巻線N11、リアクトルL11、L12、コンデンサC13、C15の回路ルートによって電流が流れ、図2(C)のようにQ11の電圧VDSQ11が変化し、トランジスタQ11のゼロボルトスイッチが達成される。この電圧VDSQ11は、一次巻線N11とリアクトルL11及びコンデンサC14、C15との共振に基づくものである。

【0033】(c)スイッチング素子Q12がオンの期間の動作

直列共振型スイッチング電源PU1のスイッチング素子Q12がオンの期間は、直流入力端子2a、コンデンサC12、電流バランス用のリアクトルL12、リアクトルL11、一次巻線N11、スイッチング素子Q12、直流入力端子2bの回路ルート並びにコンデンサC13、電流バランス用のリアクトルL12、リアクトルL11、一次巻線N11、スイッチング素子Q12の回路ルートによって、図2(F)のような波形の電流IDQ12が流れる。

【0034】また、スイッチング素子Q12がオンの期間には、トランスT1の二次巻線N12、ダイオードD12、コンデンサC15の回路ルートで出力電流I01を得ることになる。

【0035】(d)スイッチング素子Q12がオンからオフになる期間の説明

直流入力端子2a、コンデンサC12、電流バランス用のリアクトルL12、リアクトルL11、一次巻線N11、コンデンサC15、直流入力端子2bの回路ルート並びに一次巻線N11、コンデンサC14、コンデンサC12、バランス用リアクトルL12、リアクトルL11の回路ルートによって、電流が流れ、図2(D)のようにスイッチング素子Q12の電圧VDSQ12が変化する。

【0036】直列共振型スイッチング電源PU2及びPU3の動作は、上記直列共振型スイッチング電源PU1とほぼ同様なので、その説明は省略する。

【0037】直列共振型スイッチング電源PU1、PU2、PU3は、それぞれ2π/3位相差でスイッチング動作を行い、互いの電流バランス用のリアクトルL12、L22、L32に同じ電流を流すことによって直列共振型スイッチング電源PU1~PU3における電流のバランスをとり、かつ出力のリップルを抑えるようにしている。

【0038】この理由を図3~図5を用いて説明する。例えば、バランス用リアクトルL12~L32の鉄心同士が共通接続していない場合に、何らかの理由で直列共振型スイッチング電源PU3に流れる電流I3が直列共振型スイッチング電源PU1及び直列共振型スイッチング電源PU2と比較して大きいと、それぞれのトランスT1の一次巻線側に流れる電流I1~I3は図3のようになる。

【0039】しかし、本発明においては、バランス用のリアクトルL12~L32の鉄心同士を共通接続して設けられているので、このようにはならない。

【0040】すなわち、図3のt時点における電流の状態を図4に示して説明すると、直列共振型スイッチング電源PU3の電流I3が大きくなると、電源PU3のバランス用リアクトルL32に生ずる電圧は、電源PU1、PU2、PU3の中で最も大きくなり、その電圧の向きは図4に示した向きとなり、電源PU3では電圧降下として働き、電源PU1、PU2では電圧上昇として働く。

【0041】このため、各直列共振型スイッチング電源PU1、PU2、PU3の各リアクトル(L12、L22、L32)を流れる電流I1、I2、I3は図5に示すように均一にバランスが取られる。

【0042】従って、出力平滑コンデンサC0、リアクトルL13を介しての総合電流I0は図5に示すようにリップルが少ない波形となる。

【0043】図6は他の実施例を示すものであり、直列共振型スイッチング電源PU1、直列共振型スイッチング電源PU2、直列共振型スイッチング電源PU3の中で、いずれかが故障し、そのスイッチング電源からの電力供給が停止したときの状態を検出する方法である。

【0044】この実施の形態においては図6に示すように、リアクトルLaと抵抗Raとからなるバランス検出回路10を備え、このバランス検出回路10のリアクトルLaを各直列共振型スイッチング電源(PU1、PU2、PU3)の各リアクトルL12、L22、L32に電磁的に結合している。

【0045】このため、例えば何れかの直列共振型スイッチング電源が故障した場合は、故障したスイッチング電源のために電流バランスをとることができなくなり、バランス検出回路10のリアクトルLaに電圧を生じる。

【0046】すなわち、バランス検出回路10を設けることによって、各直列共振型スイッチング電源のリアクトルL12、L22、L32を流れる電流の状態を検出することが可能となっている。

【0047】

【発明の効果】以上のように請求項1によれば、直流電源を構成する互いに並列接続された複数の直列共振型スイッチング電源の各電流バランス用のリアクトルをトラ

ンスの一次巻線に直列接続し、かつ各電流バランス用のリアクトルを互いに磁氣的に結合している。

【0048】このため、各直列共振型直流スイッチング電源を流れる電流をバランスさせることができ、よって直流電源装置を小型化することが可能となる。

【0049】請求項2によれば、各直列共振型スイッチング電源の各スイッチング素子を互いに等間隔の位相差でオンオフ制御することにより、本直流電源装置の出力電流のリップルを少なくすることができると共に、各直列共振型直流スイッチング電源を流れる電流をバランスさせることができる。

【0050】請求項3によれば、各直列共振型スイッチング電源の各リアクトルに電磁結合されたリアクトルに、検出巻線を設け、この巻線に電圧の誘導があるかどうかを検知するようにしたので、いずれかの電源が故障しているかを検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態の直流電源装置の概略構成図である。

【図2】本実施の形態の直流電源装置の動作を説明する波形図である。

【図3】電流バランスが得られる理由を説明する説明図である。

【図4】電流バランスが得られる理由を説明する説明図である。

【図5】リップルが抑えられる理由を説明する説明図である。

【図6】他の実施の形態の直流電源装置の概略構成図である。

【符号の説明】

P U 1 直列共振型スイッチング電源

P U 2 直列共振型スイッチング電源

P U 3 直列共振型スイッチング電源

1 直流源

C<sub>11</sub> 入力平滑コンデンサ

C<sub>12</sub> 電流共振用コンデンサ

Q<sub>11</sub> スwitchング素子

Q<sub>12</sub> スwitchング素子

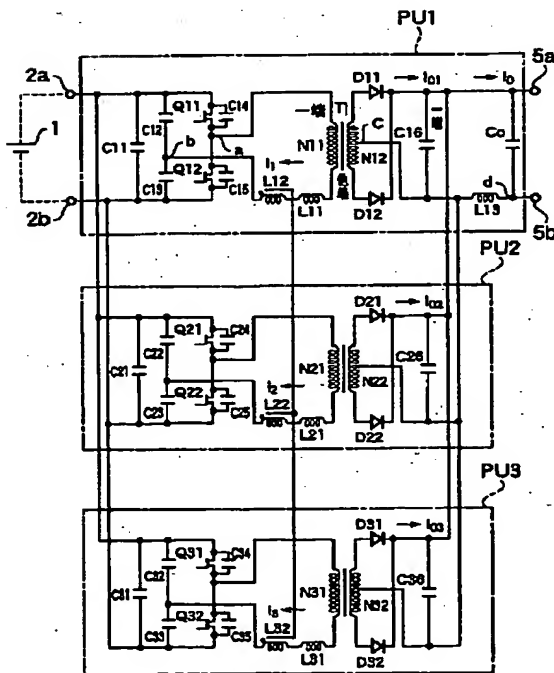
C<sub>14</sub> 電圧共振用コンデンサ

T<sub>1</sub> トランス

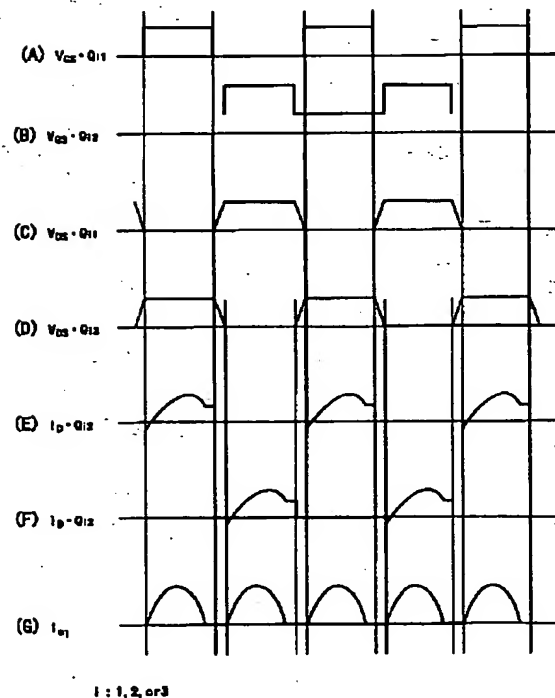
N<sub>11</sub> 一次巻線

L<sub>11</sub> 電流共振用リアクトル

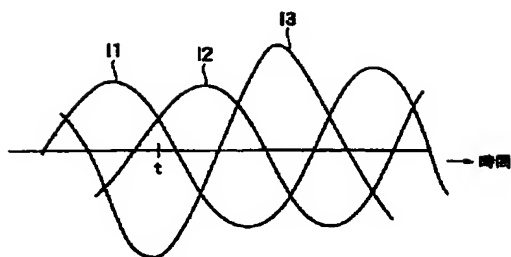
【図1】



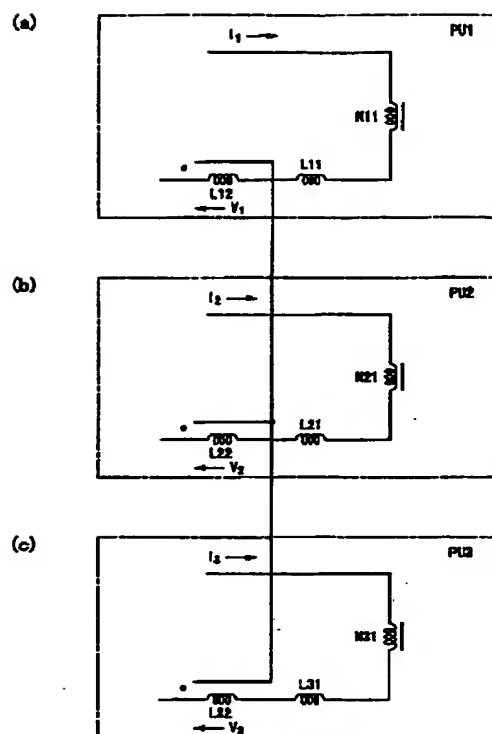
【図2】



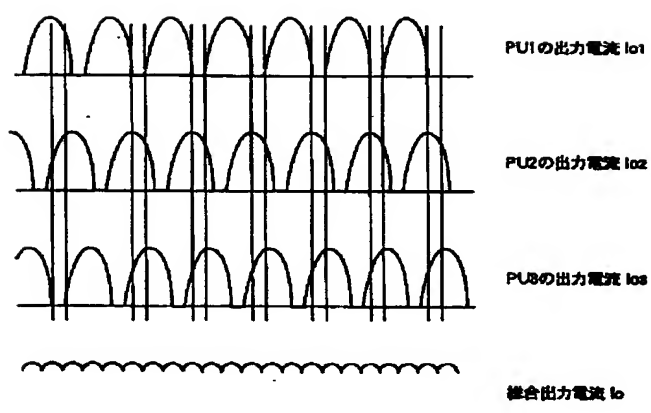
【図 3】



【図 4】

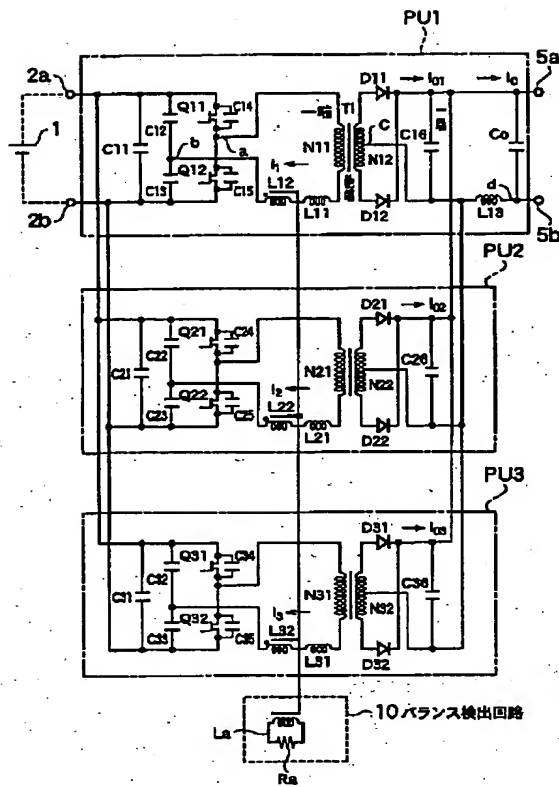


【図 5】





【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H730 AA15 BB26 BB62 BB72 BB82  
BB94 DD04 EE03 EE07 EE08  
EE59 EE62 FD01 FG01 XX22  
XX24 XX35

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**